УДК 629.3.054.254

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ИЗМЕРИТЕЛЯ КОНЦЕНТРАЦИИ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В ВЫДЫХАЕМОМ ВОЗДУХЕ КАПНОМЕТРА «МИКОН» С ДАТЧИКОМ КОНЦЕНТРАЦИИ КИСЛОРОДА

Д.Е. Грошев, В.К. Макуха, С.В. Степанов

Новосибирский государственный технический университет
E-mail: makukha@epu.ref.nstu.ru

Для аппаратного комплекса, включающего измеритель концентрации углекислого газа и кислорода в выдыхаемом воздухе, разработана программная оболочка. В результате врачу-исследователю предоставляется возможность наблюдения в реальном масштабе динамики потребления кислорода и выделения углекислого газа, анализа и хранения полученных зависимостей. Программное обеспечение протестировано в среде MS Windows 98/2000/XP.

Проблема формирования показателя, характеризующего состояние пациента, наиболее остро стоит в медицине критических состояний и, в частности, в анестезиологии, где необходимы экспресс-методы оценки состояния пациента [1].

В анестезиологическом мониторинге наибольший интерес при анализе состава дыхательной газовой смеси представляет определение содержания CO_2 в выдыхаемом воздухе.

Метод капнометрии позволяет в реальном масштабе времени вести измерение величины парциального давления CO_2 (или значение объемной концентрации), в том числе и в момент окончания выдоха – FET CO_2. Значение содержания CO_2 в выдыхаемом воздухе в этот момент времени соответствует величине P CO_2 (напряжение углекислого газа) артериальной крови [2].

Важную диагностическую информацию дает анализ текущего значения концентрации CO_2 во времени (капнограммы) в реальном масштабе времени.

Одновременное измерение концентрации CO_2 и O_2 в выдыхаемом воздухе позволяет определить такой параметр, как дыхательный коэффициент. Опираясь на этот параметр, можно оценить состояние организма в целом, а также определить уровень метаболизма.

Капнометр МИКОН (рис. 1) с датчиком кислорода (далее МИКОН) измеряет концентрации CO_2 и O_2 в выдыхаемом воздухе. Для измерения концентрации CO_2 используют метод инфракрасной спектрометрии [3], концентрация кислорода измеряется с помощью электрохимического датчика ДК-21 производства ООО «ИНСОВТ» (г. Санкт-Петербург). Выдыхаемый воздух по газопроводящей трубке попадает к датчикам CO_2 и O_2, рис. 2. Полученные данные передаются по интерфейсу RS-232 в компьютер, а также отображаются на семисегментных индикаторах. Выбор интерфейса RS-232 позволяет подсоединять МИКОН ко всем компьютерам, в том числе и старых моделей.

Для организации взаимодействия прибора с персональным компьютером потребовалось разработать программное обеспечение, которое позволило бы визуализировать получаемые данные, сохранять результаты измерения в базу данных, вести картотеку пациентов, а также просматривать сохраненные результаты.

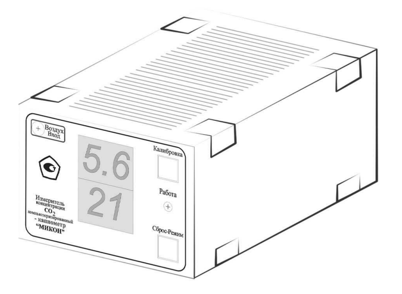


Рис. 1. *Внешний вид капнометра МИКОН*

Созданная программа автоматически определяет наличие устройства, его модель, и номер порта к которому оно подключено. Для работы с COM портом был выбран компонент TMS Asyn32 от фирмы TMS Software [4].

Программа поддерживает четыре режима работы:
- «CO_2+O_2»;
- «CO_2»;
- «O_2»;

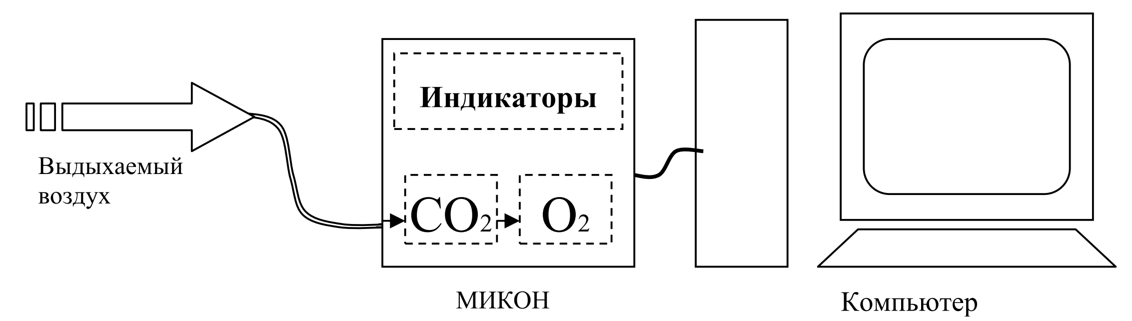


Рис. 2. *Общая схема измерений*

– «Капнометрия» (отображение капнограммы и графика трендов).

В зависимости от режима программа конфигурирует МИКОН на передачу тех или иных данных пересылкой команд управления. Данные концентрации CO_2 с капнометра приходят каждые 50 мс. Данные O_2 приходят с интервалом 1 с.

После выбора режима в основном меню программа открывает окно выбора пациента из базы данных. По окончанию выбора пациента программа автоматически открывает окно измерений и запускает процесс измерения.

Окно измерения содержит три области:

– графики;
– цифровые данные;
– табличные данные по параметрам.

В режиме «CO_2+O_2» отображается два графика. В области измерения отображается график зависимости концентрации CO_2 от времени и справа приводятся цифровые данные по текущей концентрации CO_2. Масштаб по оси времени определяется установками. Вид информационного окна в режиме «CO_2+O_2» показан на рис. 3.

Аналогичную структуру имеет область измерения O_2.

Внизу расположена третья область, содержащая табличные данные по параметрам, соответствующим всему времени измерения.

Отображение данных на графиках «CO_2» и «O_2» происходит по кольцу, т.е. когда график подходит до края, отображение продолжится с начала, старый график затирается по мере необходимости.

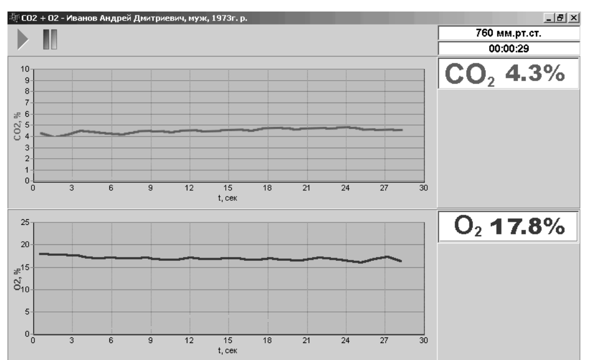


Рис. 3. *Вид рабочего окна при измерении концентрации углекислого газа и кислорода из смесительного объема*

После остановки измерения данные на графиках «CO_2» и «O_2» разворачиваются и отображаются таким образом, что данные, полученные последними, отображаются справа, а данные, полученные первыми – слева.

Результаты измерений после остановки могут быть занесены в базу данных.

Измерения в режимах «CO_2» и «O_2» аналогичны измерению в режиме «CO_2+O_2». Отличия заключается в том, что область измерения содержит не два графика, а один.

В режиме «Капнометрия» окно программы имеет два графика: график концентрации углекислого газа и график трендов. График концентрации CO_2 отображается по кольцу. Для графика трендов при достижении максимального значения на временной оси запрограммировано автомасштабирование, что позволяет проследить тенденцию дыхания на длительном промежутке времени.

В таблице общих параметров кроме данных для CO_2 и FET CO_2 отображаются параметры дыхания: интервал дыхания и частота дыхания.

Результатом работы программы являются, полученные за интервал измерения минимальные, максимальные и средние значения концентраций CO_2, O_2 или FET CO_2 и параметры дыхания в режиме «Капнометрия».

Отображение графиков на экране осуществляется стандартными средствами C++ Builder с помощью компонента TChart [5].

Программа позволяет вести накопление данных за определенный промежуток времени, выбранный пользователем. Интервал накопления для каждого из режимов задается пользователем в настройках.

После остановки измерения во всех режимах программа переходит в режим работы с маркерами. Перемещение маркеров осуществляется с помощью манипулятора «мышь». При этом на графиках отображаются по две вертикальные сплошные линии. Над каждым маркером находится выноска, показывающая положение маркера на оси абсцисс.

В правой части экрана располагается информация:

– значений измеряемых величин в моменты времени, соответствующих положениям маркеров;
– среднее, минимальное и максимальное значения измеряемой величины за интервал времени, заключенный между маркерами.

Для хранения результатов измерений выбрана база данных Microsoft Access. Программа позволяет сохранять графики проводимых измерений и просматривать полученные результаты.

Хранение результатов измерений в программе осуществляется с помощью контейнеров. Поиск данных и вычисление средних значений организовано через использование библиотек STL C++.

Основную сложность при разработке программы вызвал режим «CO_2+O_2» за счет необходимости постоянного переключения между режимами передачи данных CO_2 и O_2, синхронизации процессов инициализации МИКОНа и получения данных с прибора. Проблему удалось решить после анализа временных интервалов при работе с COM-портом в среде Windows за счет создания дополнительных задержек при переключении режимов.

Заключение

Разработано программное обеспечение измерителя концентрации углекислого газа и кислорода в выдыхаемом воздухе, работоспособное в среде MS

Windows 98/2000/XP. Была организована работа с оборудованием в реальном масштабе времени.

Реализован алгоритм определения параметров дыхания.

Программа позволяет сохранять результаты измерений и графики полученных зависимостей в базе данных с последующим просмотром.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Калакутский Л.И. Система интегрального анестезиологического мониторинга. – Самара. http://www.eliman.ru/publ/iyun98.html
2. Калакутский Л.И., Манелис Э.Л. Аппаратура и методы клинического мониторинга. – Самара: Самар. гос. аэрокосм. ун-т, 1999. – 160 с.
3. Грошев Д.Е., Макуха В.К., Сокол А.В. Мониторинговый измеритель концентрации углекислого газа в выдыхаемом воздухе «МИКОН» // В сб.: Медицинская техника в Сибири. – Новосибирск: СибНИИЦМТ, 2001. – С. 40–41.
4. TMS Software. http://www.tmssoftware.com
5. Архангельский А.Я. Программирование в C++ Builder 5. – М.: Бином, 2001. – 1152 с.

УДК 681.3.06